



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 00 324 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 01 N 21/71
G 01 N 21/35
G 01 N 22/00
G 01 N 33/48

②① Aktenzeichen: 100 00 324.9
②② Anmeldetag: 7. 1. 2000
④③ Offenlegungstag: 19. 7. 2001

DE 100 00 324 A 1

⑦① Anmelder:
Rösler, Hans-Joachim, 22335 Hamburg, DE

⑦④ Vertreter:
Mahler, P., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 20354 Hamburg

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Analysegerät

DE 100 00 324 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Analysegerät, insbesondere für die klinisch-chemische Analytik und labormedizinische Diagnostik.

Die klinisch-chemische Analytik und labormedizinische Diagnostik beruht in wesentlichen Teilen auf der Analyse von Körperflüssigkeitsproben, wie zum Beispiel Blut oder Urin. Eine Probe der zu analysierenden Körperflüssigkeit wird in ein Analysegerät gebracht und dort nach verschiedenen physikalischen und chemischen Verfahren analysiert. Je nach Konzentration eines bestimmten Stoffes in der Körperflüssigkeitsprobe lassen sich dann pathologische Befunde ermitteln.

Beispielsweise werden Massenspektrometer eingesetzt, die in der Bioanalytik nach verschiedenen physikalischen Prinzipien arbeiten. Dabei können aber nur Molekülkonzentrationen gemessen werden.

Mit der Atomabsorptionsspektroskopie können Atomkonzentrationen in einer Körperflüssigkeitsprobe festgestellt werden. Spektraloptische Analysegeräte, wie zum Beispiel IR-Laserspektrometer, sind üblicherweise als Fourier-Transformations-Geräte ausgelegt. Rasch arbeitende Geräte, die aber nur im Absorptionsbereich der "Fingerprint-Region" der Moleküle arbeiten, existieren. Analyseproben können auch mittels UV-Licht von Hg-Lampen angeregt werden. Allerdings können solche Geräte in der klinischen Chemie nur in diesem Spektralbereich absorbierende Analyte messen. Zu dieser Gruppe von Analysegeräten zählen auch Laserspektrometer für laserinduzierte Fluoreszenz.

Im sichtbaren Bereich des Spektrums emittierende, meistens durchstimmbare Laserspektrometer, sind ebenfalls bekannt, wobei die verschiedenen Wellenlängen von den Valenzelektronen der verschiedenen Blutbestandteile absorbiert werden.

Mit den bekannten Analysegeräten können ausschließlich bestimmte Parameter einer jeden Probe bestimmt werden. Insbesondere im Notfalleinsatz ist es jedoch erforderlich, schnell und ohne großen Aufwand eine umfassende Analyse durchzuführen, um sich ein Bild des Patienten machen zu können. Beispielsweise kann es erforderlich sein, bei einem akuten Notfallpatienten bestimmte Krankheitsbilder auszuschließen oder dem behandelnden Notarzt Hinweise auf weitere, eventuell chronische Erkrankungen zu liefern. Die dabei zur Verfügung stehenden Körperflüssigkeitsproben sind oft denkbar klein, so daß ein sparsamer Umgang mit der Probe erforderlich ist.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Analysegerät, insbesondere für die klinisch-chemische Analytik und labormedizinische Diagnostik so fortzubilden, daß es für die Messung von möglichst vielen Parametern gleichzeitig geeignet und insbesondere auch im Notfalleinsatz verwendbar ist.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird gelöst durch ein Analysegerät, insbesondere für die klinisch-chemische Analytik und labormedizinische Diagnostik, das dadurch gekennzeichnet ist, daß das Analysegerät Meßanordnungen zur simultanen Analyse einer verdampften Flüssigkeitsprobe mittels FIR-Spektroskopie und mittels Mikrowellenspektroskopie umfaßt.

Das erfindungsgemäße Analysegerät verfügt über zwei verschiedene Meßanordnungen, mit denen simultan in verschiedenen Bereichen Analysen durchgeführt werden können. Eine verdampfte Körperflüssigkeitsprobe wird in das Gerät eingebracht. Es können dann simultan spektroskopische Untersuchungen im fernen Infrarotbereich und im Mikrowellenbereich durchgeführt werden.

Vorzugsweise sind die Meßanordnungen zur Absorptions-

onsspektroskopie geeignet.

Bei dem erfindungsgemäßen Analysegerät handelt es sich um mehrere, optisch entkoppelte einzelne Meßanordnungen. An jedem Resonator einer Meßanordnung befindet sich eine Lichtquelle. Die einzelnen Meßanordnungen und deren vorteilhafte Ausgestaltung sollen im Nachfolgenden erläutert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Analysegeräts verfügt die Meßanordnung zur FIR-Spektroskopie über einen Resonator, der einen senkrecht zur optischen Achse des Resonators angeordneten optischen Ausgang aufweist.

Die Meßanordnung zur Mikrowellenspektroskopie verfügt vorzugsweise über mehrere Meßzellen zur Messung unterschiedlicher Parameter. Eine dieser Meßzellen kann insbesondere ein Resonator sein, der zur Vermessung der Hyperfeinstruktur der Rotationsniveaus der bioaktiven Atome und Moleküle (8–40 GHz) einer verdampften Flüssigkeitsprobe geeignet ist. Dieser Resonator hat vorzugsweise einen Radius von 15 cm. An diesen Resonator kann ein elektrisches Feld zur Herbeiführung des Stark-Effekts angelegt werden.

Bisher wurden Atomkonzentrationen mittels Atomabsorptionsspektrometern gemessen. Mit dem erfindungsgemäßen Analysegerät können höhere Genauigkeit bei Konzentrationsmessungen durch Vermessung der Hyperfeinstruktur der Atome erzielt werden. Ferner werden in diesem Resonator Rotationsniveaus im Frequenzbereich 8–40 GHz gemessen sowie Quadrupolübergänge im Frequenzbereich der Mikrowellen. Insgesamt ergibt sich also durch den Einsatz eines Mikrowellenresonators mit Radius $a = 15$ cm eine hohe Anzahl unterschiedlicher Analyte, die in diesem Resonator gemessen werden können.

Als weitere Meßzelle kann ein Resonator zur Durchführung einer DNA-Sequenzanalyse vorgesehen sein, der vorzugsweise einen Radius von 25 mm aufweist. Bei diesem Resonator kann ein Proben-Injektor in einen Reaktor integriert sein, in dem die Extraktion der DNA-Fragmente vorgenommen wird.

Weiterhin kann ein Resonator zur Blutzellendifferenzierung und Blutgruppenbestimmung vorgesehen sein, der vorzugsweise einen Radius von 25 mm aufweist. Auch für diesen Resonator sollte ein Reaktor vorgesehen sein, in dem die Probe vor der Messung aufbereitet wird. Im Reaktor können die Blutzellen vor der Injektion der Probe in den Resonator mittels Reagenzien extrahiert und mittels Peptidasen fragmentiert werden. Anschließend können Blutzellfragmente mit dem Lösungsmittel CCl_4 zur Messung in den Resonator injiziert werden.

Das erfindungsgemäße Analysegerät arbeitet besonders vorteilhaft, wenn die Resonatoren teflonbeschichtet sind. Im Teflon wird die Besetzung der Hyperfeinstrukturkomponenten bei Wandstößen nicht gestört. Die Atome bzw. Moleküle können daher rund 10^5 Wandstöße überleben. Dadurch kann in der Meßanordnung zur Mikrowellenspektroskopie die Konzentration eines jeden mikrowellenabsorbierenden Parameters innerhalb bis zu einer Sekunde im Resonator gemessen werden.

In der Meßanordnung zur FIR-Spektroskopie kann diese Zeit optimal durch die Verwendung eines Lasers zur Anregung der verdampften Flüssigkeitsprobe verwendet werden. Ein vorzugsweise einsetzbarer Laser ist im Wellenlängenbereich von etwa $50 \mu\text{m}$ bis etwa $1.140 \mu\text{m}$ durchstimmbar. Die genaue Durchstimmzeit sollte auf die Dauer der stabilen Anregung der Atom- bzw. Molekülzustände abgestimmt sein.

Die Meßanordnung zur FIR-Spektroskopie kann über zwei Golay-Detektoren verfügen.

Das Licht innerhalb der Meßanordnung zur FIR-Spektroskopie kann in einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Analysegerätes zu dem bzw. den Detektor/en mit einem multitransparenten Strahlteiler ausgekoppelt werden. Die ferroelektrische Substanzstruktur des Strahlteilers ist vorzugsweise unter dem Brewster-Winkel im Resonator angeordnet. Am vertikalen optischen Ausgang des FIR-Resonators kann jeweils oben und unten ein Spiegel angeordnet sein, welcher mittels angelegtem sinusförmigen elektrischen Feld optisch geöffnet und geschlossen werden kann. In die ferroelektrische Substanz des Strahlteilers kann ein piezoelektrischer Kristall eingearbeitet sein, der den Brechungsindex akustooptisch so moduliert, daß der Strahlteiler für alle Meßwellenlängen strahlteilend wirkt.

In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Analysegerätes kann an den Resonator in der Anordnung zur FIR-Spektroskopie ein externes, veränderliches elektrisches Feld anlegbar sein. Durch Anlegen eines statischen elektrischen Feldes wird eine Stark-Aufspaltung erreicht, wobei der Abstand zwischen den beiden Niveaus der Hyperfeinstruktur vergrößert wird. Man kann jetzt bei fest eingestellter Hochfrequenz die elektrische Feldstärke E so variieren, daß Übergänge zwischen den Stark-Komponenten in Resonanz mit der Hochfrequenz kommen. Das hat den zusätzlichen Vorteil, daß der Resonator für die Hochfrequenz immer in Resonanz bleibt und damit das Hochfrequenzfeld in der Wechselwirkungszone maximal wird.

Bei der Messung von Molekülen mit asymmetrischer Molekülstruktur, d. h. existierender permanenter Dipolmomente, sollte das äußere Feld ausgeschaltet werden.

Die Meßanordnungen zur Mikrowellenspektroskopie verfügen vorzugsweise über Ge- und/oder Si-Dioden-Detektoren.

Das Analysegerät kann über flüssigluftgekühlte Resonatoren verfügen, um die Meßergebnisse zu verbessern.

Das erfindungsgemäße Analysegerät kann einen Probeninjektor umfassen, in dem die Flüssigkeitsproben, insbesondere Serum-, Plasma- oder Harnproben mittels Mikrowelleneinstrahlung verdampfbar sind. Jede Meßzelle kann weist einen eigenen Probeninjektor aufweisen. Dadurch kann eine vollautomatische Befüllung der einzelnen Meßzellen erreicht werden. Hierfür erfolgt die Probenversorgung der Meßzellen vorzugsweise über ein peristaltisches Pumpsystem.

Um eine zügige Anwendung des erfindungsgemäßen Analysegerätes zu ermöglichen, kann dieses über eine Vakuumpumpe verfügen, mit der die Proben nach der Messung absaugbar sind.

Es kann weiter ein Aufnahmebehälter für die abgesaugten Probenrückstände vorgesehen sein. Dadurch ist es möglich, das Gerät nacheinander für mehrere Messungen an unterschiedlichen Flüssigkeitsproben einzusetzen. Die abgesaugten Probenrückstände werden dann in einem Aufnahmebehälter gesammelt. Die Reinigung erfolgt vollautomatisch.

Um einen vollständig automatischen Betrieb zu ermöglichen, kann das Meßergebnis vorzugsweise mittels EDV einem Spektrenvergleich mit in einer Spektrendatenbank abgespeicherten Musterspektren durchgeführt werden. Dadurch ist es möglich, das Gerät von der Befüllung mit der Flüssigkeitsprobe bis zur Erstellung einer Diagnose vollautomatisch zu betreiben.

Die Flüssigkeitsprobe wird in einen z. B. aus 100 Aufnahmeküvetten bestehenden Pool eingegeben. Nun werden die Proben sukzessive mittels peristaltischem Pumpsystem nach vorheriger Passage durch ein Mehrwegeventil zur Probenaufteilung auf die Resonatoren zu den Probeninjektoren an den Resonatoren gepumpt. Jetzt werden die aufgeteilten

Proben simultan verdampft. Hier erfolgt die Messung. Aufgrund der Stabilitätszeit der angeregten Zustände von ca. einer Sekunde können innerhalb einer Sekunde bis zu vier Parameter simultan analysiert werden. Nach Analyse aller erforderlichen Parameter erfolgt automatisch ein Spektrenvergleich. Mittels einer EDV-Auswerteroutine kann dann unmittelbar eine Angabe über die vorliegenden Befunde erfolgen.

Das erfindungsgemäße Analysegerät kann vorzugsweise im mobilen Einsatz Verwendung finden. Beispielsweise im Rettungseinsatz im Rettungswagen kann die schnelle Ermittlung nicht bekannter Krankheiten für den Notfallpatienten lebensentscheidend sein. Aus einer gegebenenfalls auch sehr kleinen Körperflüssigkeitsprobe können alle notwendigen Parameter schnell und effektiv ermittelt werden. Durch die automatische Auswerteroutine ist es möglich, auch seltenere Befunde schnell richtig zu diagnostizieren. Es ist keine lange Analyse der ermittelten Spektren durch den behandelnden Arzt notwendig. Auch bei ausgefallenen Krankheiten oder in diesem Bereich unerfahrenen Ärzten ist eine zuverlässige und schnelle Diagnose gewährleistet. Ausgewählte Meßanordnungen des erfindungsgemäßen Analysegerätes können bei Bedarf auch allein betrieben werden. Hierfür wird das Vierwegeventil zwischen Probenpool und Pumpen so eingestellt, daß die nicht benötigten Meßanordnungen nicht mit der verdampften Flüssigkeitsprobe versorgt werden. Dadurch ist es möglich, bei gezielten Untersuchungen mit noch geringeren Flüssigkeitsproben auszukommen.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Analysegerätes anhand der beigefügten Abbildung näher erläutert:

Fig. 1 zeigt eine Meßanordnung zur FIR-Spektroskopie.

Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung zur FIR-Spektroskopie verfügt über einen Resonator, dem von einem nicht dargestellten Probeninjektor in Pfeilrichtung E eine verdampfte Körperflüssigkeitsprobe, insbesondere eine Serum-, Plasma- oder Harnprobe zugeführt werden kann. Die verdampfte Probe im Rohr, welches aus dem festen Spiegel 2 und einem beweglichen Spiegel 3 einen Fabry-Perot-Wellenleiter-Resonator bildet, ist durch Einstrahlung von Laserlicht eines in der Abbildung nicht dargestellten Lasers anregbar.

Durch die Teflonbeschichtung des Resonators sind die angeregten Atom-Molekülzustände etwa eine Sekunde lang stabil. Innerhalb dieser Sekunde kann der Laser über den gesamten Meßwellenlängenbereich zwischen $40\text{ }\mu\text{m}$ und $1.140\text{ }\mu\text{m}$ durchgestimmt werden. Zur Aufnahme von Absorptionsspektren wird dann durch den Strahlteiler 4 Licht zu den beiden Golay-Detektoren 5a, 5b ausgekoppelt.

Der bewegliche Spiegel 3 wird während der Durchstimmung des Lasers entsprechend bewegt, um den Resonator an die veränderte Wellenlänge anzupassen.

Im FIR-Resonator werden zunächst die Umweltschadstoffe mit symmetrischer Molekülstruktur, wie zum Beispiel CO_2 , bestimmt. Hierbei kann für die Induzierung eines elektrischen Dipols ein elektrisches Feld mit der Spannungsquelle 6 angelegt werden, dessen Stärke in Abhängigkeit der zu messenden Moleküle variiert.

Bei der Messung der Moleküle mit asymmetrischer Molekülstruktur, d. h. mit existierenden permanenten Dipolmomenten, welche die Mehrzahl darstellen, wird das elektrische Feld ausgeschaltet.

Der Meßvorgang im FIR-Resonator verläuft simultan zu den Messungen in den Mikrowellenresonatoren des Mikrowellenspektrometers, wobei in einem Mikrowellen-Resonator die Hyperfeinstrukturen und die reinen Rotationsniveaus (8-40 GHz) vermessen werden. An dem Resonator zur

Messung der Hyperfeinstrukturen liegt auch ein elektrisches Feld für den Stark-Effekt an.

In dem zweiten Mikrowellenresonator, bei dem der Proben-Injektor in einen Reaktor integriert ist, in dem die Extraktion der DNA-Fragmente ausgeführt wird, wird die DNA-Gensequenz-Analytik ausgeführt.

Im dritten Mikrowellen-Resonator des Mikrowellenspektrometers wird die Blutzellen- und Blutgruppenbestimmung durchgeführt. Auch an diesem Resonator ist der Proben-Injektor in einen Reaktor integriert und insgesamt an der Meßzelle installiert. Im Reaktor werden vor der Injektion der Proben in den Resonator die Blutzellen mittels Reagenzien extrahiert und mittels Peptidasen fragmentiert. Nun werden die Blutzellenfragmente mit dem Lösungsmittel CCl_4 zur Messung in den Resonator injiziert.

Das gesamte erfindungsgemäße Analysegerät enthält also zwei Spektrometer, nämlich ein FIR-Spektrometer für die Messung der den Vibrationsschwingungen involvierten Rotationsübergänge der Moleküle, wie zum Beispiel H_2O , und alle Umweltschadstoffe, Hämoglobine, Proteine, Immunglobuline usw., unter Anlegung eines externen elektrischen Feldes für die Induzierung eines elektrischen Dipols bei den Molekülen mit symmetrischer Molekülstruktur.

Auch die drei Resonatoren des Mikrowellenspektrometers sind überdimensioniert. Ihr Durchmesser beträgt das Fünffache der längsten verwendeten Wellenlänge. Die Resonatoren sind als Kupferrohre ausgeführt. Das Mikrowellenspektrometer stellt einen monolithischen Block dar, in welchem an jedem der drei Mikrowellenresonatoren zur Aufnahme der Absorptionsspektren jeweils Ge- oder Si-Dioden als Detektoren installiert sind. Einer der drei Mikrowellenresonatoren verfügt wie der FIR-Resonator über Elektroden, mittels derer der verdampften Probe ein elektrisches Feld appliziert werden kann.

Als Lösungsmittel wird CCl_4 verwendet, dessen physikalisch-chemische Funktion einerseits die des Lösens der Atome und Moleküle der verdampften Probe und zum anderen die eines Trägergases der verdampften Blutbestandteile und das Einstellen eines Arbeitsdruckes von $p = 0,1-10$ Pa in den Resonatoren ist.

Die Resonatoren verfügen über eine innere Beschichtung mit Teflon. Dadurch sind die angeregten Atom- bzw. Molekülzustände für etwa eine Sekunde stabil. Die zur Verfügung stehende Meßzeit einschließlich der Durchstimmzeit des FIR-Lasers bzw. der Mikrowelldioden für jedes Parameter beträgt dann also etwa eine Sekunde. D. h., daß beim aktiven Meßeinsatz alle vier Resonatoren simultan pro Sekunde vier Parameter gemessen werden. Wenn man die Zeitspanne für die mechanische Probenzufuhr und für die Verarbeitung der Meßdaten mittels Rechner und der daraus folgenden Computer-Befundstellung mit 140 Parametern veranschlagt, so mißt das Gerät also effektiv ca. 100 labor-diagnostisch relevante Parameter und erstellt aufgrund deren Konzentrationen die assoziierten klinisch-chemischen Befunde innerhalb einer Minute.

Die vom Analysegerät automatisch abgewickelten Schritte sind also folgende:

1. Peristaltisch gepumpte Probenzufuhr zu den 4 Resonatoren
2. Injektion der verdampften Probe in die Resonatoren
3. Messung der jeweiligen Absorptionsspektren in den Resonatoren
4. Sensorisches Erfassen der Transmissionslinien mittels Detektoren.
5. Auswertung der ermittelten Spektren durch EDV-gestützten Vergleich mit einer Spektrendatenbank

Patentansprüche

1. Analysegerät, insbesondere für die klinisch-chemische Analytik und labormedizinische Diagnostik, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Analysegerät Meßanordnungen zur simultanen Analyse einer verdampften Flüssigkeitsprobe mittels FIR-Spektroskopie und mittels Mikrowellenspektroskopie umfaßt.
2. Analysegerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnungen zur Absorptionsspektroskopie geeignet sind.
3. Analysegerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnung zur FIR-Spektroskopie über einen Resonator (1) verfügt, der einen senkrecht zur optischen Achse des Resonators angeordneten optischen Ausgang aufweist.
4. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnung zur Mikrowellenspektroskopie mehrere Meßzellen zur Messung unterschiedlicher Parameter umfaßt.
5. Analysegerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnung zur Mikrowellenspektroskopie drei Resonatoren umfaßt, die zur Vermessung der Hyperfeinstruktur und der Rotationsniveaus der Atome und Moleküle einer verdampften Flüssigkeitsprobe, zur Durchführung einer DNA-Sequenzanalyse und zur Blutzellendifferenzierung und Blutgruppenbestimmung geeignet sind.
6. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnungen, insbesondere die Meßanordnung zur Mikrowellenspektroskopie über teflonbeschichtete Resonatoren verfügen.
7. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnung zur FIR-Spektroskopie über zwei Golay-Detektoren (5a, 5b) verfügt.
8. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß jede Meßzelle der Meßanordnung zur Mikrowellenspektroskopie über Ge- und/oder Si-Dioden-Detektoren verfügt.
9. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeitsprobe in der Meßanordnung zur FIR-Spektroskopie mittels Laser angeregt wird.
10. Analysegerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Laser in einem Wellenlängenbereich von $40\text{ }\mu\text{m}$ bis $1140\text{ }\mu\text{m}$ durchstimmbar ist.
11. Analysegerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchstimmzeit eine 1 s beträgt.
12. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in der Anordnung zur FIR-Spektroskopie das Licht zum Detektor mit einem multitransparenten Strahlteiler (4) ausgekoppelt wird.
13. Analysegerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlteiler (4) unter dem Brewster-Winkel im FIR-Resonator steht.
14. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Transmission der ferroelektrischen Substanz in der Meßanordnung zur FIR-Spektroskopie elektronisch steuerbar ist.
15. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß dadurch gekennzeichnet, daß am vertikalen optischen Ausgang des FIR-Resonators jeweils oben und unten ein Spiegel angeordnet ist, welcher mittels angelegtem sinusförmigen elektrischem Feld optisch geöffnet und geschlossen werden kann.
16. Analysegerät nach Anspruch 15, dadurch gekenn-

zeichnet, daß in die ferroelektrische Substanz des Strahlteilers ein piezoelektrischer Kristall eingearbeitet ist, der den Brechungsindex akustooptisch so moduliert, daß der Strahlteiler für alle Meßwellenlängen strahlteilend wirkt.

5

17. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß an den Resonator in der Anordnung zur FIR-Spektroskopie ein externes, veränderliches elektrisches Feld anlegbar ist.

18. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Analysegerät vier Probeninjektoren umfaßt, in denen die Flüssigkeitsproben, insbesondere Serum-, Plasma- oder Harnproben mittels Mikrowelleneinstrahlung verdampfbar sind.

10

19. Analysegerät nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßzellen mit dem bzw. den Probeninjektor/en mittels eines Mehrwegeventils verbunden sind.

15

20. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Probenversorgung der Meßzellen über ein peristaltisches Pumpsystem erfolgt.

20

21. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Proben nach der Messung mittels einer Vakuumpumpe absaugbar sind.

25

22. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonator innerhalb der Meßanordnung für die FIR-Spektroskopie und/oder wenigstens einer der Resonatoren innerhalb der Meßanordnung für die Mikrowellenspektroskopie flüssigluftgekühlt sind.

30

23. Analysegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßergebnis mittels EDV einem Spektrenvergleich mit in einer Spektrendatenbank abgespeicherten Musterspektren erfolgt.

35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

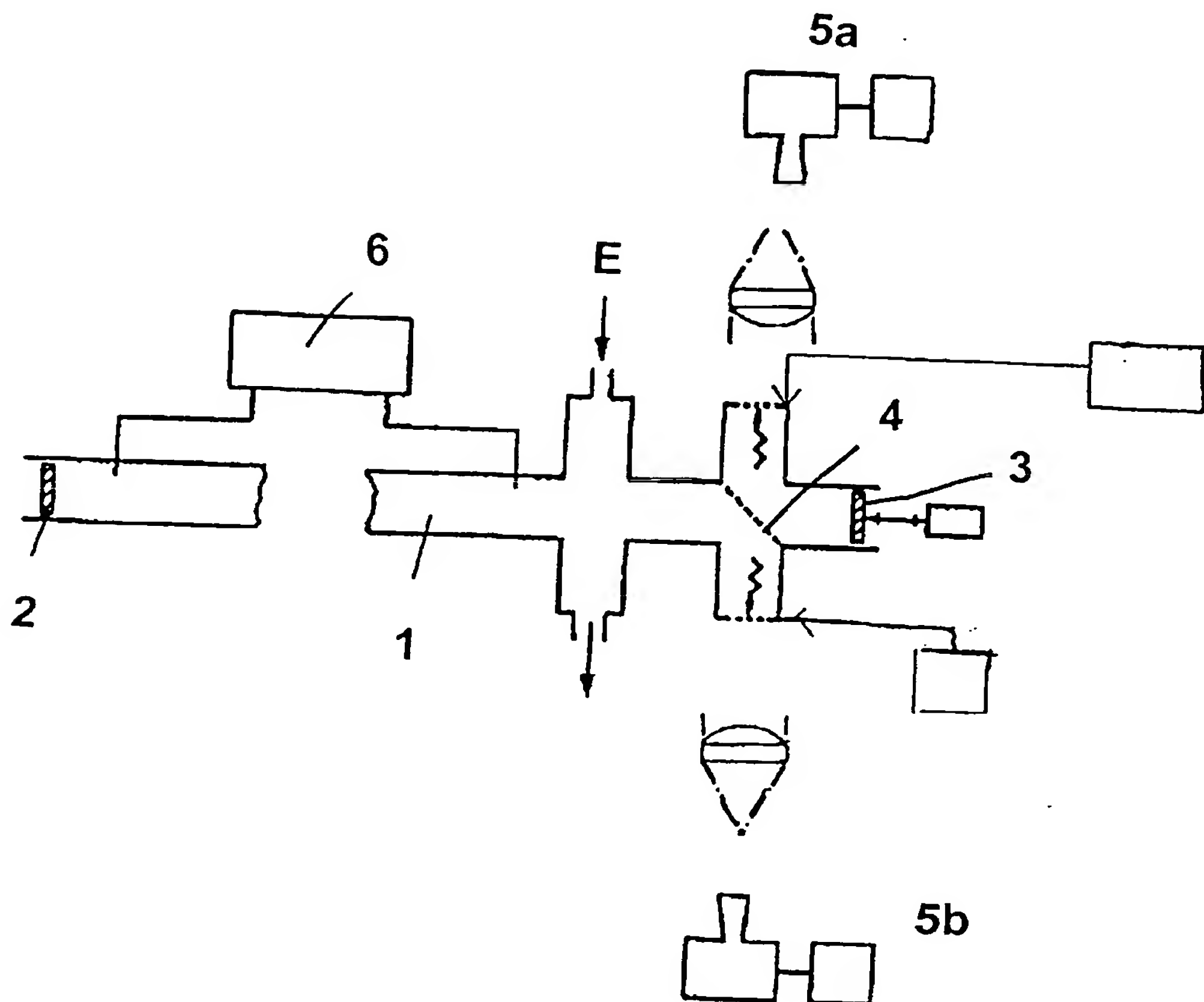


Fig. 1